Kapitel 2

Standortentscheidung

2.1 Einleitung

Die Existenz des Internets und dessen rasante Ausbreitung hat im Einzelhandelsmarkt eine neue Dimension verliehen: den sogenannten E-Commerce[1]. Obwohl die ganze IT- Branche seit dem Jahr 2000 eine Krise durchmacht und der E-Commerce bis jetzt nur einen geringen Anteil vom Einzelhandelsmarkt erobern konnte, ist die schnell aufsteigende Entwicklung des E-Commerce nicht zu übersehen. Zum Beispiel betrug das Volumen des Einzelhandels in den USA durch den E-Commerce im dritten Quartal des Jahres 2003 13.291 Milliarden. Im Vergleich zum dritten Quartal des Jahres 2002 betrug die Zunahme 27%. Der Marktanteil des E-Commerce am gesamtem Einzelhandel belief sich auf 1.5% im dritten Quartal des Jahres 2003 und 1.3% im dritten Quartal des Jahres 2002 (U.S. Department of Commerce[2]). Aufgrund der steigenden Tendenz ist vorauszusehen, dass der E-Commerce in der nahen Zukunft auf dem Einzelhandelsmarkt eine immer größere Rolle spielen wird. In diesem Artikel befassen wir uns mit der Frage, wie sich der E-Commerce in Bezug auf die Standortwahl auf den konventionellen Einzelhandelsmarkt auswirken kann.

Eigentlich funktioniert das Internetgeschäft nicht anders als das traditionelle Geschäft. Ein großer Vorteil des Internetgeschäfts ist allerdings die wesentliche Einsparung bei den Transportkosten. Ein Online-Anbieter kann sich geographisch weit weg von den Konsumenten niederlassen. Wenn

[1] Transacting products based on the processing and transmission of digital data over the network of computer networks that use the transmission control protocol/Internet protocol, TCP/IP. (siehe Mazón und Pereira (2001) S.1)

[2] http://www.census.gov/mrts/www/current.html

sein Produkt ein Informationsgut ist[3], wie zum Beispiel eine CD oder ein Film, braucht er kein physikalisches Geschäft, sondern kann die Ware jedem Konsument zu jeder Zeit an jedem Ort anbieten. In diesem Fall unterliegt der Online-Anbieter keinem geographischen Zwang. Die Konsumenten sparen im Vergleich zum konventionellen Einkauf die Reisekosten, weil der Kauf per Internet von zu Hause aus getätigt wird. Weder Käufer noch Verkäufer haben hier Transportkosten zu tragen, weil alle geschäftlichen Prozesse, vom Angebot bis zur Lieferung, durch den elektronischen Datenaustausch erledigt werden können. Wenn aber das angebotene Produkt ein physikalisches Gut ist, kann der Online-Anbieter aufgrund der undigitalisierbaren Eigenschaft des Produkts den Konsumenten nicht einfach durch ein elektronisches Kabel beliefern. In diesem Fall sei der E-Commerce eine moderne Form vom Versandhaus, meint Michael Otto, Chef von OTTO-Versand[4]. Die Konsumenten können beim physikalischem Gut allerdings weiterhin die Reisekosten sparen. Andererseits hat jedoch der Online-Anbieter den logistischen Aufwand. Er benötigt physikalische Lagerhäuser, die geographisch fixiert sind, um die Produkte zu lagern und sie von da aus mit Lastwägen an die Konsumenten zu liefern. Der Anbieter kalkuliert den logistischen Aufwand in seiner Preissetzungsstrategie mit ein. Ein Online-Anbieter verlangt von den Konsumenten entweder einen Produktpreis zuzüglich der Versandkosten, wie es bei Amazon, Onlineshopping Metro Group, E-Shopping IKEA usw. der Fall ist, oder einen Frei-Haus-Preis, wie es bei Buch 24, Onlineshopping Deichmann, E-Shopping Karstadt usw. der Fall ist. Was wichtig dabei ist, ist, dass der Transportaufwand von den Online-Anbietern gedeckt sein muss, egal ob sie die Versandkosten explizit oder implizit zum Ausdruck bringen. Wir müssen berücksichtigen, dass der E-Commerce einen Synergieeffekt hervorruft. Wenn die Konsumenten das Produkt durch den Offline-Kanal kaufen, muss jeder einzelne von ihnen die vollen Transportkosten tragen. Wenn aber der Online-Anbieter diese Kosten aufwendet, braucht er nur einen Lastwagen loszuschicken, um an verschiedenen Orten alle Käufer auf einmal zu beliefern. Je größer die Anzahl der Konsumenten ist, desto geringer sind die durchschnittlichen Transportkosten pro Konsument. Daher ist der Transportkostenbetrag seitens der Konsumenten viel höher als der auf Seiten der Anbieter beim E-Commerce.

Stimmen aus den USA berichten, dass „The physical distribution of goods order online has been called the 'Achilles heel' of e-commerce" und „in the

[3]Zu Informationsgut und physikalischem Gut siehe Shapiro and Varian (1999).

[4]Quelle: Wer im Web wirklich Geld verdient (2), http://www.manager-magazin.de/magazin/artikel/0,2828,254469-2,00.html

USA the physical distribution is now referred to as 'the longest mile'" (siehe van der Laan (2000)). Die Distributionskosten von Peapod.com, einem der ältesten und bekanntesten Online-Geschäfte für Nahrungsmittel, betrugen zum Beispiel 30% vom gesamten Umsatz in den ersten 9 Monaten des Jahres 1999. Scott Elliff, der Präsident von Capital Consulting & Management, Inc. sagte, „there is a tremendous increase in the importance of logistics and inventory fulfillment, and so forth, in the success of all of these start-up companies." Allerdings, „nobody has a very good answer for it - where their space should be, what it should look like,[...]" [5]. Webvan.com ist ein Beispiel für ein gescheitertes kommerzielles Online-Einzelhandelsgeschäft. In der zweiten Hälfte des Jahres 1999 wurde dieses Internetportal für Lebensmittel eröffnet (siehe Glasner (2001)). Es wurde geplant, insgesamt 26 Lager in den bevölkerungsreichsten Bundesstaaten der ganzen USA einzurichten. Zum Zeitpunkt des Konkurses lieferte Webvan Nahrungsmittel in Chicago, Los Angeles, Kalifornien usw.. Während das Online-Geschäft sein Imperium, das zahlreiche Lager und Lastwagenflotten beinhaltete, immer mehr erweiterte, wuchs seine Kundschaft allerdings relativ langsam. Zwei Jahre später ging Webvan bankrott. Ein Gegenbeispiel ist der OTTO-Versand, dessen Hauptsektor das Versandgeschäft ist. Seit Mitte der neunziger Jahre vertreibt OTTO seine Waren auch durch das Internet. Heute ist es nach Amazon weltweit das zweitgrößte Online-Einzelhandelsgeschäft. Das komplette Lieferungssystem und die ausreichenden Lager, die die Firma schon vor langer Zeit für ihren Versandhandel aufgebaut hatte, haben dem OTTO-Versand zu seinem geschäftlichen Erfolg auf dem Online-Markt verholfen. All diese wirtschaftlich interessanten Fakten sind die Motivation da für zu untersuchen, nach welchen Gesichtspunkten eine Firma ihre Wahl für einen Standort trifft, wenn ein Online-Kanal existiert.

Mit der Internettechnologie haben die Firmen eine weitere Möglichkeit bekommen, ihr Produkt auf dem Markt anzubieten. Sie können ihre Produkte sowohl durch das Internet als auch durch herkömmliche Geschäfte vertreiben. Folglich müssen die Firmen bei der Wahl ihres Standorts zwei Entscheidungen treffen. Zuerst müssen sie entscheiden, über welchen Kanal sie ihr Produkt anbieten wollen, und zweitens, wie viele Filialen sie für das Offline-Geschäft bzw. wie viele Lager sie für das Online-Geschäft benötigen. In den folgenden Abschnitten untersuchen wir die Standort- und Preisentscheidungen der Firmen im Gleichgewicht, dabei setzten wir voraus, dass alle angebotenen Güter homogen sind.

[5] Quelle: The Impact of E-commerce on Industrial Real Estate, http://www.ccmiservices.com/InTheNews/ecommercefull.html

Die folgende empirische und theoretische Literatur beschäftigt sich mit der Auswirkung des Online-Geschäfts auf den Wettbewerb im Markt. Baye und Morgan (2001), Clemons, Hann und Hitt (1999) haben gezeigt, dass es eine beträchtliche Preisdispersion unter den Online-Preisen gibt. Brown und Goolsbee (2002) fanden heraus, dass die rapide ansteigende Suche im Internet die Preisdispersion nicht nur bei Online-Geschäften sondern auch bei herkömmlichen Geschäften verursacht. Allerdings konzentrieren sich die meisten empirischen Forschungen auf den Vergleich der Produktpreise zwischen dem Online-Kanal und dem Offline-Kanal. Manche Studien haben entdeckt, dass die Preise von Online-Geschäften höher als die Preise von konventionellen Geschäften sind (siehe Lee (1998) und Bailey (1998)), während andere Studien genau das Gegenteil gefunden haben (siehe Brynjolfsson und Smith (2000)). Das hier abgeleitet Resultat stimmt mit der Studien von Lee und Bailey überein. Auch hier ist der Online-Preis höher als der Offline-Preis. Allerdings drückt die Existenz der Online-Kanals die Preise in die konventionellen Geschäften.

Auf der theoretischen Seite präsentieren Janssen und Moraga (2000), Mazón und Pereira (2000) Modelle, um die widersprüchlichen empirischen Studien zu erklären. Sie untersuchen den Markt mit einem homogenem Produkt, wobei im Gegensatz zu einem Teil der Konsumenten der andere Teil perfekt informiert ist (bzw. Internetzugang hat). In dem Artikel von Zettelmeyer (2000) sind die Suchkosten der Konsumenten eine strategische Variable der Firmen. Die Firmen können unterschiedliche Informationen an verschiedene Konsumentengruppen liefern, um Monopolmacht zu erlangen bzw. den Wettbewerb zu entschärfen. Im Gegensatz zu diesen Beiträgen sind alle Konsumenten in unserem Modell gleich gut informiert. Darüberhinaus beschäftigen sich Ulph und Vulkan (2000) mit einem speziellen Fall, in dem die Online-Firmen Preisdiskriminierung ersten Grades betreiben können. In unserem Modell ist Preisdiskriminierung nicht erlaubt. Bakos (1997) präsentiert ein Kreismodell mit Produktdifferenzierung, in dem die Konsumenten nach Produktcharakteristik und -preis suchen. Die Firmen bieten ihre Produkte ausschließlich auf dem Online-Markt an. Unser Modell unterscheidet sich von Bakos insofern, dass bei uns ein homogenes Gut durch zwei Vertriebkanäle angeboten werden kann. Balasubramanian (1998) und Bouckaert (2000) benutzen auch ein Kreismodell, um den Wettbewerb zwischen Versandhandel und traditionellen Geschäften mit physikalischen Kaufhäusern zu untersuchen. Die Arbeit von Bouckaert konzentriert sich vor allem auf den Wettbewerb bei freiem Marktzutritt. Er findet heraus, dass im Vergleich mit dem Salop-Modell die Anzahl der im Markt aktiven Firmen mit der Koexistenz eines Versandkaufhauses geringer ist als ohne dessen Existenz. Bouckaert hat angenommen, dass jeder Konsument, der bei dem Versandkaufhaus einkauft, den Produktpreis zuzüglich einheitlicher Versandkosten zahlt. Diese Annahme bedeutet, dass sich das Lager des Versandkaufhauses auf dem Mittelpunkt des Kreises befindet. Dieser Beitrag hier basiert auf der Arbeit von Bouckaert und benutzt auch ein Kreismodell. Der große Unterschied zu seinem Modell liegt allerdings darin, dass in diesem Beitrag der Online-Anbieter seine Lagerhäuser auf dem Kreis einrichtet. Alle Konsumenten befinden sich auf dem Kreis und tragen keinen Versandkostenaufwand, wenn sie über das Internet einkaufen. Daher kümmern sich die Konsumenten nicht um die Anzahl der Lager von dem Online-Anbieter. Der Online-Anbieter muss aber überlegen, wie viele Lager er benötigt, damit er seine Konsumenten kostengünstig beliefern kann. Für ihn spielen die Anzahl der Lager und ihre Position eine immense Rolle.

Wenn ein Produkt durch beide Vertriebskanäle angeboten werden kann, erhalten wir die folgenden wesentlichen Ergebnisse: Ein Monopolist oder ein Sozialplaner will niemals ein Produkt durch den Offline-Kanal anbieten. Im Duopolfall richtet jede Firma eine minimale Anzahl von Filialen bzw. Lager ein. Im Oligopolfall bietet höchstens nur eine Firma das Produkt durch das Internet an. Dessen Entscheidung über die Anzahl der Lager ist von den Fixkosten eines Lagers abhängig. Mit E-Commerce ist die Anzahl der im Markt aktiven Firmen bei freiem Marktzutritt kleiner als ohne E-Commerce.

Nach einer kurzen Einführung in das Modell (siehe Abschnitt 2) betrachten wir zunächst in Abschnitt 3 die optimale Entscheidung eines Monopolisten bzw. eines Sozialplaners in Bezug auf die Zahl der Online-Lager und der Offline-Fillialen. In Abschnitt 4 konzentrieren wir uns auf das Nash Preis-Standort Spiel in einer Duopolsituation. Der Oligopolfall wird in Abschnitt 5 analysiert. In Abschnitt 6 untersuchen wir die Anzahl der im Markt aktiven Firmen bei freiem Marktzutritt. In Abschnitt 7 geben wir eine kurze Zusammenfassung. Alle Beweise verweisen wir auf den Anhang.

2.2 Das Modell

Betrachtet wird ein Produkt, das sowohl durch den Online-Kanal als auch durch den Offline-Kanal auf dem Markt angeboten werden kann. Die Produktionskosten des Produkts sind konstant und sind ohne Beschränkung der Allgemeinheit auf Null festgesetzt. Eine Firma hat zwei Vertriebsstrategien, um das Produkt abzusetzen: Als erste Strategie kann sie den Offline-Kanal als Vertriebskanal wählen. Sie wendet dabei die Fixkosten f für jedes eingerichtete traditionelle Geschäft auf und setzt einen Produktpreis p_C. Als zweite Strategie kann sie das Produkt auch durch das Internet vertreiben. Der Einfachheit halber nehmen wir an, dass die Einrichtung einer Homepage und der Internetzugang unentgeltlich sind. Die Firma muss aber Fixkosten in Höhe von g für jedes eingerichtete Lager aufwenden und setzt einen Frei-Haus-Preis p_E. Aufgrund der Einsparung der Personalkosten und der Mietkosten ist beim E-Commerce $g < f$. Wir benutzen Salops Modell (1979) und nehmen an, dass alle traditionellen Geschäfte eines konventionellen Anbieters und alle Lager von Online-Anbietern sich auf dem Kreis mit dem Umfang Eins befinden und Verkehr ebenfalls nur auf dem Kreis möglich ist. Wenn das Produkt durch das Internet angeboten wird, muss der Anbieter es seinen Konsumenten liefern und dabei übernimmt er die Transportkosten, die pro Entfernungseinheit t betragen. Diese Transportkosten der Online-Firma werden mit Hilfe von Abbildung 1 näher erläutert:

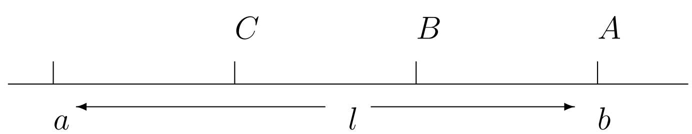

Abbildung 1

Wir betrachten ein beliebiges Intervall l auf dem Kreis mit dem Umfang Eins und nehmen an, dass der Online-Anbieter ein Lager auf Punkt a eingerichtet hat. Konsument A befindet sich auf Punkt b und Konsument B sowie C befinden sich zwischen a und b (siehe Abbildung 1). Alle drei Konsumenten kaufen das Produkt durch das Internet ein. Um Konsument A das Produkt zu liefern, schickt die Firma von Punkt a aus einen Lastwagen los und trägt dabei die Transportkosten lt. Die Lieferungen an Konsument B und C verursachen keine zusätzliche Transportkosten, weil der Lastwagen ohnehin bei diesen beiden Konsumenten vorbeifahren muss, so dass Konsument B und C nebenbei beliefert werden können.

Die Anzahl der Konsumenten, die gleichmäßig über einen Kreis mit dem Umfang Eins verteilt sind, ist $m \in IN$. Das bedeutet, dass innerhalb eines willkürlichen Intervalls l die Anzahl der Konsumenten approximativ lm ist.

Jeder Konsument fragt genau eine Einheit des Gutes nach und hat einen Reservationspreis r. Wir nehmen an, dass $r \leq g < f$ ist. Dadurch schließen wir aus, dass eine Firma sogar mit einem einzigen Konsumenten einen positiven Gewinn erzielen kann. Wenn die Konsumenten beim herkömmlichem Geschäft einkaufen, betragen ihre linearen Transportkosten ebenfalls t pro Entfernungseinheit. Wenn sie aber das Produkt durch das Internet kaufen, haben sie keine Transportkosten zu tragen.

2.3 Monopol und Wohlfahrtsanalyse

In diesem Abschnitt wird die Vertriebsstrategie von einem Monopolisten und einem Sozialplaner analysiert. Angenommen, der Monopolist kann keine Preisdiskriminierung aufgrund unterschiedlicher Besuchskosten der Konsumenten betreiben. Er kann allerdings das neue Produkt sowohl durch den Offline-Kanal als auch durch den Online-Kanal auf den Markt bringen. Der Monopolist muss entscheiden, durch welchen Kanal er seine Ware zu welchem Preis vertreiben will. Wählt er den Offline-Kanal, muss er sich darüber Gedanken machen, wie viel Lager er einrichten soll. Wir nehmen $r \geq t$ an, so dass der Monopolist den ganzen Markt decken will, selbst wenn er nur ein Lager auf dem Kreis hat. Für den Fall, dass der Monopolist sein Produkt nur durch das Internet anbieten will, können wir folgenden Zusammenhang ableiten[6]:

Lemma 1 : *Wenn der Monopolist sein Produkt nur durch das Internet vertreibt, richtet er für den Fall $rm \geq g + t$ genau ein Lager auf dem Kreis ein und erzielt dabei einen Gewinn in Höhe von $rm - g - t$. Sonst vertreibt er kein Produkt durch das Internet.*

Wir untersuchen, ob der Monopolist beide Distributionskanäle gemeinsam anbieten will. Wir fassen die Antwort in der folgenden Proposition zusammen.

Proposition 1: *Der Monopolist bietet das Produkt niemals durch beide Kanäle an. Wenn $rm \geq g + t$ ist, vertreibt er das Produkt nur durch das Internet und errichtet nur ein Lager auf dem Kreis. Anderenfalls scheidet er aus dem Markt aus.*

[6] Alle Beweise finden sich im Anhang 2.8.

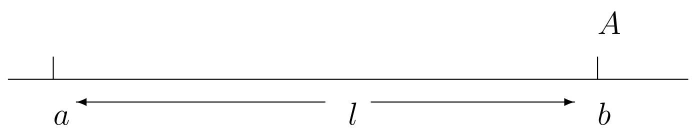

Abbildung 2

Die Interpretation von Proposition 1 lautet: Obwohl der Monopolist beide Vertriebskanäle anwenden kann, will er niemals sein Produkt durch ein konventionelles Geschäft vertreiben. Um den Grund dieses Phänomens zu finden, greifen wir auf Abbildung 2 zurück. Angenommen, der Monopolist richtet ein traditionelles Geschäft an Punkt a ein und Konsument A, der sich auf Punkt b befindet, kauft das Produkt in dem Geschäft ein. Da es zwischen a und b eine Distanz l gibt, ist der höchste Preis gleich $r - lt$, den der Monopolist vom Kunden A verlangen kann. Auf gleicher Höhe liegt die Produzentenrente $r - lt$, die der Monopolist wegen des Einheitspreises von jedem anderen Konsumenten bekommt, der sich innerhalb von a und b befindet. Wenn der Monopolist statt einem Geschäft ein Lager an Punkt a einrichtet, kann er einen Preis r einsetzen. Da er die Transportkosten übernimmt, erhält er zwar vom Kunden A weiter eine Rente $r - lt$. Aber von jedem anderen Konsumenten, der sich innerhalb a und b befindet, erhält er eine Rente r. Daher erzielt der Monopolist einen höheren Gewinn durch den Online-Kanal als durch den Offline-Kanal. Durch den Online-Kanal kann der Monopolist auf der einen Seite den Preis erhöhen, ohne Kunden zu verlieren. Auf der anderen Seite trägt er keine zusätzlichen Transportkosten, weil der Lastwagen sowieso die Distanz l zurücklegt, womit alle Konsumenten innerhalb dieser Distanz auf einmal beliefert werden können. Deswegen wendet ein Monopolist den Offline-Kanal nie an.

Wie lautet die Entscheidung des Sozialplaners, wenn er beide Vertriebskanäle einsetzen kann? Das Ziel des Sozialplaners ist die Summe der Transportkosten und der Fixkosten zu minimieren. Mit Hilfe von Abbildung 2 können wir eine neue Proposition ableiten:

Proposition 2: *Wenn $rm \geq g + t$ ist, will der Sozialplaner das Produkt nur durch das Internet anbieten. Sonst wird das Produkt gar nicht angeboten.*

Mit E-Commerce hat der Sozialplaner in Bezug auf den Vertriebskanal eine identische Entscheidung wie der Monopolist getroffen. Da die gesamten

Kosten hier minimiert werden, ist die soziale Wohlfahrt mit dem Internet größer als ohne.

2.4 Duopol

In diesem Abschnitt betrachten wir die Situation, in der zwei Firmen das gleiche Produkt auf dem Markt anbieten. Der Unterschied zwischen beiden Firmen liegt darin, dass Firma C das Produkt durch den Offline-Kanal vertreibt und Firma E das Produkt durch den Online-Kanal anbietet. Unser Ziel ist es, die Anzahl der Filialen bzw. der Lager sowie die Preise im Gleichgewicht zu bestimmen. Der Spielverlauf wird durch folgende Schritte beschrieben:

1. Firma C bestimmt die Anzahl der Filialen n_C auf dem Kreis und gleichzeitig bestimmt Firma E die Anzahl der Lager n_W auf dem Kreis.

2. Die Firmen bestimmen die Produktpreise simultan.

Wir untersuchen das teilspielperfekte Nash Gleichgewicht in reinen Strategien und benutzen dabei die Methode der Rückwärtsinduktion.

Um das Modell zu vereinfachen, nehmen wir an, dass die Filialen von Firma C in gleichmäßigen Abständen um den Kreis herum platziert werden[7]. Da es auf dem Markt insgesamt m Konsumenten gibt, ist $n_C \leq m$ garantiert. Wenn ein Konsument das Produkt von Firma E bezieht, kümmert er sich nicht darum, wo die Lager von Firma E überhaupt sind. Im Gegensatz dazu muss Firma E überlegen, wo sie ihre Lager einrichten soll, um ihre Kunden kostengünstig zu beliefern. Die Lager sollten immer da platziert werden, wo die Konsumenten bei Firma E einkaufen. Wenn Firma E viele Lager einrichtet, spart sie zwar die Transportkosten, aber sie muss dafür hohe Fixkosten tragen. Diese Abwägung wird durch Abbildung 3 noch mal verdeutlicht.

[7] Unsere Ergebnisse sind nicht von dieser Annahme abhängig.

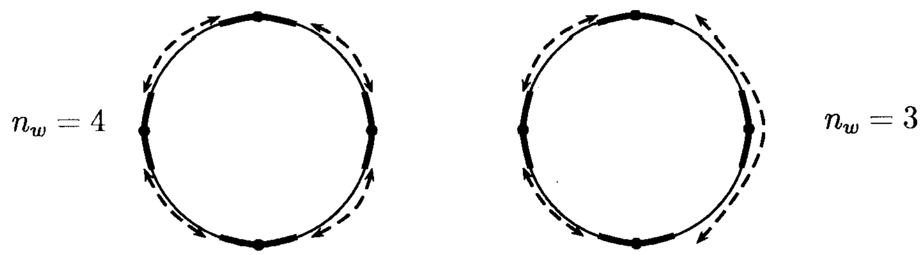

Abbildung 3: Ein Beispiel mit $n_C = 4$

Die schwarzen Punkte in Abbildung 3 repräsentieren die Positionen der Filialen von Firma C und die Linien mit Fettdruck spiegeln ihren Marktanteil wider. Die anderen Intervalle auf dem Kreis drücken den Marktanteil von Firma E aus. Die Lager der Firmen befinden sich irgendwo auf diesen Intervallen[8]. Die punktierten Linien sind die Transportwege von Firma E im Fall $n_W = 4$ (siehe linke Graphik) und im Fall $n_W = 3$ (siehe rechte Graphik). Es ist offensichtlich, dass aufgrund der höheren Anzahl der Lager die Transportkosten im Fall $n_W = 4$ niedriger sind als die im Fall $n_W = 3$.

Zuerst fangen wir mit der zweiten Stufe an, nämlich die Preisentscheidung. Ein Konsument, der im Abstand $\hat{l}$ von einer Filiale des Unternehmens C wohnt, ist zwischen dem Kauf bei Unternehmen C und dem bei Unternehmen E indifferent, wenn

$$p_C + t\hat{l} = p_E \tag{2.1}$$

ist. Ein Konsument, der indifferent gegenüber dem Kauf bei einer Filiale von Firma C und dem bei einer benachbarten Filiale von Firma C ist, wohnt im Abstand $1/(2n_C)$ von Firma C. Solange $1/(2n_C) \leq \hat{l}$ ist, besitzt Firma E keinen Marktanteil. Sonst hat Firma E einen positiven Marktanteil. Die Gewinnfunktion von Firma C ist

$$\pi_C = 2n_C\hat{l}mp_C - fn_C. \tag{2.2}$$

Da der Marktanteil von der Offline-Firma $2n_c\hat{l}$ ist, hat Firma C die Nachfrage $2n_C\hat{l}m$. Der erste Ausdruck von (2.2) ist der Erlös und der zweite Ausdruck präsentiert die Fixkosten. Die Gewinnfunktion von Firma E lautet

[8] Wo genau sich die Lager befinden, spielt bei der Analyse keine Rolle. Wichtig dabei ist, dass die Lager auf Intervallen eingerichtet werden, wo die Konsumenten das Produkt durch das Internet kaufen.

$$\pi_E = (1 - 2n_C\hat{l})mp_E - n_W g - ((1 - 2n_C\hat{l}) + (n_C - n_W)2\hat{l})t. \qquad (2.3)$$

Die Nachfrage von Firma E ist die Residualnachfrage, nämlich $(1 - 2n_C\hat{l})m$. Der erste Ausdruck von (2.3) ist der Erlös und der zweite Ausdruck präsentiert die Fixkosten. Der dritte Ausdruck spiegelt die Transportkosten wider, die abhängig von der Anzahl der Lager sind (siehe Abbildung 3). Für den Fall $n_W = n_C$ braucht Firma E nur die Transportkosten von den Residualintervallen tragen, nämlich $(1 - 2n_c\hat{l})t$ (siehe Abbildung 3, linke Graphik). Wenn aber $n_W < n_C$ ist, muss der Lastwagen von Firma E an den Territorien von Firma C vorbeifahren. Folglich trägt Firma E zusätzliche Transportkosten in Höhe von $((n_C - n_W)2\hat{l})t$. Mit Hilfe von (2.1), (2.2) und (2.3) erhalten wir die Gleichgewichtpreise.

Lemma 2 : *Im Gleichgewicht sind die Preise* $p_C^* = t(m + 2n_W)/(6mn_C)$ *und* $p_E^* = t(m + 2n_W)/(3mn_C)$.

Bevor wir mit der ersten Stufe anfangen, nämlich die Entscheidung über die Anzahl der Filialen bzw. der Lager, wollen wir ein paar Eigenschaften der Gleichgewichtpreise beleuchten. Substituiert man p_C^* und p_E^* in (2.1), so erhält man $\hat{l}t = p_C^*$. Dies bedeutet, dass, wenn ein indifferenter Konsument das Produkt bei Firma C kauft, der Betrag seiner Transportkosten im Gleichgewicht genau dem Preis p_C entsprechen. Daher setzt Firma E ihren Preis $p_E = 2p_C$ ein. Wenn Firma C ihren Preis erhöht, lässt Firma E als Reaktion ihren Preis ebenfalls steigen und umgekehrt[9]. Da $\partial p_E^*/\partial t > 0$ und $\partial p_C^*/\partial t > 0$ sind, gilt: je größer t desto schwächer ist die Preiskonkurrenz. Wenn t hoch ist, muss Firma E einen hohen Preis einsetzen, um die Transportkosten zu decken. Aufgrund dieser Charakteristik des Preiswettbewerbs kann Firma C auch ihrerseits einen hohen Preis festlegen. Die ökonomische Erklärung für $\partial p_E^*/\partial m < 0$ und $\partial p_C^*/\partial m < 0$ lautet: Wenn m steigt, sinken die durchschnittlichen Transportkosten für Firma E. Deswegen kann sie p_E reduzieren. Als Reaktion darauf senkt Firma C ebenfalls p_C. Dadurch ist der Preiswettbewerb härter. Darüber hinaus haben wir noch $\partial p_E^*/\partial n_C < 0$. Dessen ökonomische Interpretation lautet: Wenn n_C steigt, muss Firma E ihren Preis senken. Anderenfalls verliert sie ihren Marktanteil. Wenn wir p_E^* nach n_W ableiten, erhalten

[9] Da $\partial^2\pi_C/\partial p_C \partial p_E = \partial^2\pi_E/\partial p_E \partial p_C = 2mn_C/t > 0$ ist, stellen diese Preise strategische Komplemente dar. Bulow, Geanakoplos und Klemperer (1985) folgend handelt es sich bei den Strategien der zwei Unternehmen um strategische Komplemente, wenn $\pi_{ij}^i > 0$, und um strategische Substitute, wenn $\pi_{ij}^i < 0$.

wir $\partial p_E^*/\partial n_W > 0$. Die Intuition darfür ist folgende: Wenn die Anzahl der Lager n_w sinkt, verlängert sich der Transportweg von Firma E, weil ihre Lastwagen jetzt an mehreren Territorien von Firma C vorbeifahren müssen (siehe Abbildung 3). Als logische Konsequenz gilt: Je kleiner die Territorien von Fima C sind, desto besser ist es für Firma E. Durch die Senkung des Preises p_E kann Firma E die Länge jedes Territoriums $\hat{l}$ von Firma C verkürzen, um den eigenen Marktanteil zu erhöhen. Mit anderen Worten, wenn Firma E ohnehin einen langen Transportweg hat, will sie mehr Konsumenten für sich gewinnen, die sich auf dem Transportweg befinden, weil solche Konsumenten ihr keine zusätzlichen Transportkosten verursachen. Um das Ziel zu erreichen, senkt der Online-Anbieter seinen Preis. Aufgrund $p_E = 2p_C$ haben wir logischerweise $\partial p_C^*/\partial n_C < 0$ und $p_C^*/\partial n_W > 0$.

Jetzt untersuchen wir die erste Stufe des Spieles, nämlich die Wahl der Anzahl von Filialen bzw. Lager. Wir setzen p_C^* und p_E^* in die Gewinnfunktionen ein und erhalten

$$\pi_C = \frac{t(m + 2n_W)^2}{18mn_C} - fn_C \tag{2.4}$$

sowie

$$\pi_E = \frac{t(2m^2 + m(5n_W - 9n_C) + 2n_W^2)}{9mn_C} - gn_W. \tag{2.5}$$

Proposition 3 : *Wenn $f \leq t(m + 2)^2/(18m)$ ist, richten im Gleichgewicht die Offline-Firma nur eine Filiale und die Online-Firma nur ein Lager auf dem Kreis ein. Demzufolge sind die Gleichgewichtpreise $p_C^* = t(m+2)/(6m)$ und $p_E^* = t(m + 2)/(3m)$. Im Gleichgewicht sind die Gewinne von den Firmen $\pi_C = t(m + 2)^2/(18m) - f$ und $\pi_E = 2t(m - 1)^2/(9m) - g$. Wenn $f > t(m+2)^2/(18m)$ ist, scheidet die Offline-Firma aus dem Markt aus und der Gewinn der Online-Firma ist $rm - g - t$.*

Wenn $f > t(m + 2)^2/(18m)$ ist, kann sich nur die Online-Firma auf dem Markt behaupten. Sie verhält sich wie ein Monopolist, und ihre Entscheidung ist im vorherigen Abschnitt erläutet worden. Wenn $f \leq t(m + 2)^2/(18m)$ ist, erhalten wir ein einziges Gleichgewicht $n_C = n_W = 1$. Beide Firmen wählen die minimale Anzahl von Filialen bzw. Lagern. Da $\partial p_E^*/\partial n_C < 0$ und $\partial p_C^*/\partial n_C < 0$ sind, ist das Resultat $n_C = n_W = 1$ plausibel. Nur so können beide Firmen die Preiskonkurrenz entschärfen. Wenn m zur Unendlichkeit tendiert, ist der Marktanteil von Firma E gleich 2/3 und von Firma C gleich

1/3. In dem Fall ist der Gewinn vom Online-Anbieter größer als der des Offline-Anbieters, weil sowohl der Marktanteil als auch der Preis von Firma E höher als bei Firma C sind. Im Vergleich zur Monopolsituation sind die Produktpreise aufgrund des Wettbewerbs niedriger.

2.5 Oligopol

In diesem Abschnitt betrachten wir einen Markt, in dem die Anzahl der Firmen n konstant ist und $n \geq 3$ ist. Wir versehen die Firmen mit dem Index $i = 1, 2, \ldots, n$ und nehmen an, dass eine Firma nur eine Filiale auf dem Kreis einrichtet, wenn sie das Produkt durch den Offline-Kanal anbietet, und sie mehrere Lager einrichtet, wenn sie das Produkt durch den Online-Kanal anbietet. Die Anzahl der Konsumenten m ist deutlich größer als die Anzahl der Firmen. Das Hauptziel ist es nun herauszufinden, wann eine Firma das Produkt durch das Internet vertreiben will und wie viele Lager sie einrichten sollte. Wie im Salop Modell nehmen wir zusätzlich an, dass die traditionellen Firmen in gleichmäßigen Abständen um den Kreis herum plaziert werden. Der Spielverlauf wird durch folgende Schritte beschrieben:

1. Die Firmen bestimmen simultan, durch welchen Kanal sie das Produkt vertreiben wollen. Jede Firma, die sich für den Online-Kanal entscheidet, legt gleichzeitig auch die Anzahl der Lager n_W auf dem Kreis fest.

2. Die Firmen bestimmen die Produktpreise simultan.

Wie in Abschnitt 4 untersuchen wir das teilspielperfekte Nash Gleichgewicht in reinen Strategien und benutzen dabei die Methode der Rückwärtsinduktion.

Lemma 3 : *Im Oligopolfall gibt es zwei Alternativen: (i) Keine Firma bietet das Produkt durch das Internet an oder (ii) nur eine Firma bietet es durch das Internet an.*

In Alternative (i) entscheiden alle n Firmen als traditionelle Firmen in den Markt einzutreten[10]. Mit Hilfe des Salop Modells erhalten wir direkt den Produktpreis $p_T^* = t/n$. Der Profit jeder Firma ist:

$$\pi_T^* = \frac{mt}{n^2} - f. \tag{2.6}$$

Ausdruck (2.6) wird als der Profit vom *T-Gleichgewicht* bezeichnet.

In Alternative (ii) will nur eine einzige Firma das Produkt durch das Internet anbieten. Alle anderen $(n-1)$ Firmen entscheiden sich für den Offline-Kanal und sind symmetrisch auf dem Kreis angeordnet. Für jede konventionelle Firma gibt es zwei indifferente Konsumenten: Einer, der im Abstand $\bar{l} \in (0, 1/(n-1))$ von Firma j wohnt, ist zwischen dem Kauf bei Unternehmen j und dem bei j's Nachbarn indifferent, wenn

$$p_j + t\bar{l} = \hat{p}_K + t(\frac{1}{n-1} - \bar{l}) \tag{2.7}$$

ist. Dabei ist $\hat{p}_K$ der gegebene Preis von dem konventionellen Kontrahenten, während p_j der Produktpreis von Firma j ist. Der andere, der im Abstand $\hat{l}$ von Firma j wohnt, ist zwischen dem Kauf bei Unternehmen j und dem bei der Online-Firma indifferent, wenn

$$p_j + t\hat{l} = \hat{p}_I \tag{2.8}$$

ist. Dabei ist $\hat{p}_I$ der gegebene Preis der Online-Firma. Wenn $\bar{l} \leq \hat{l}$ ist, hat die Online-Firma keinen positiven Marktanteil und erhält keinen Gewinn. Ist $\bar{l} > \hat{l}$, hat die Online-Firma einen positiven Marktanteil.

Wir betrachten hier nur symmetrische Gleichgewichte und nehmen an, dass alle Geschäfte außer Firma j das Produkt durch den Offline-Kanal anbieten und den gleichen Preis $\hat{p}_K$ verlangen. Unser Ziel ist herauszufinden, ob Firma j einen Anreiz hat, von einem symmetrischen Gleichgewicht abzuweichen. Die Nachfragefunktion von Firma j sieht folgenderweise aus:

$$D_j(p_j, \hat{p}_K, \hat{p}_I) = \begin{cases} 2\bar{l}m & \text{wenn } 0 \leq p_j \leq 2\hat{p}_I - (\hat{p}_K + \frac{t}{n-1}) \\ 2\hat{l}m & \text{wenn } 2\hat{p}_I - (\hat{p}_K + \frac{t}{n-1}) \leq p_j \leq \hat{p}_I \\ 0 & \text{wenn } \hat{p}_I \leq p_j \end{cases} \tag{2.9}$$

[10] Angenommen sei $r > 3t/4$, ein nicht-monopolistisches Gleichgewicht kann dann nach dem Beweis von Novshek (1980) gefunden werden.

Demnach ist die Gewinnfunktion von Firma j

$$\pi_j(p_j, \hat{p}_K, \hat{p}_I) = D_j(p_j, \hat{p}_K, \hat{p}_I)p_j - f. \tag{2.10}$$

Der erste Term ist ihr Erlös und der zweite Term steht für ihre Fixkosten.

Der Konsument wiederum, der im Abstand $\hat{l}$ von Firma j wohnt, ist zwischen dem Kauf bei Unternehmen j und dem bei der Online-Firma indifferent, wenn

$$\hat{p}_j + t\hat{l} = p_I. \tag{2.11}$$

Dabei ist p_I der Preis, den die Online-Firma ansetzt. Durch Gleichung (2.11) kann man die indifferenten Konsumenten von beiden Seiten einer traditionellen Firma finden. Da es insgesamt $n-1$ traditionelle Firmen auf dem Markt gibt, haben wir $2(n-1)$ Konsumenten, die zwischen Kauf bei der Offline und der Online-Firma indifferent sind. Ebenfalls betrachten wir nur symmetrische Gleichgewichte und nehmen an, dass alle $n-1$ konventionellen Firmen den gleichen Preis $\hat{p}_j$ verlangen. Die Nachfragefunktion der Online-Firma lautet:

$$D_I(\hat{p}_j, p_I) = \begin{cases} 0 & \text{wenn } p_I \geq \hat{p}_j + \frac{t}{2(n-1)} \\ [1 - \frac{2(n-1)}{t}(p_I - \hat{p}_j)]m & \text{wenn } \hat{p}_j \leq p_I \leq \hat{p}_j + \frac{t}{2(n-1)} \\ m & \text{wenn } p_I \leq \hat{p}_j \end{cases} \tag{2.12}$$

Daher ist die Gewinnfunktion der Online-Firma

$$\pi_I(\hat{p}_j, p_I) = D_I(\hat{p}_j, p_I)p_I - n_W g - [\frac{D_I(\hat{p}_j, p_I)}{m} + (n-1-n_W)2\hat{l}]t. \tag{2.13}$$

Der erste Term ist der Erlös und der zweite Term steht für die Fixkosten der Online-Firma. Der letzte Ausdruck ist die Summe der Transportkosten, die wiederum von der Anzahl der eingerichteten Lager auf dem Kreis abhängig sind (siehe Abbildung 3). Wenn $n_W = n-1$ ist, entstehen die Transportkosten der Online-Firma nur aus den Gebieten, in den die Konsumenten das Produkt tatsächlich durch das Internet beziehen. Für den Fall $n_W < n-1$ muss die Online-Firma auch die zusätzlichen Transportkosten übernehmen, die durch die Durchfahrt der Territorien der konventionellen Firmen verursacht werden. Funktion (2.13) ist kontinuierlich und quasi-konkav in p_I. Wir maximieren die Gewinnfunktionen (2.10) und (2.13) und differenzieren sie nach p_j sowie p_I. Dabei haben wir $p_j = \hat{p}_j = \hat{p}_K = p_K$ und $\hat{p}_I = p_I$ aufgrund der Symmetrie eingesetzt. Somit erhalten wir die Gleichgewichtpreise

$$p_K = \frac{t(2n_W + m)}{6m(n-1)}, \tag{2.14}$$

und

$$p_I = \frac{t(2n_W + m)}{3m(n-1)} \tag{2.15}$$

für den Fall, dass sowohl die Online-Firma als auch jede der Offline-Firmen einen positiven Marktanteil hat. Der Preis vom E-Commerce ist höher als der Preis von den traditionellen Geschäft, weil sonst niemand das Produkt durch den Offline-Kanal kaufen will. Da ein Konsument beim Offline-Geschäft nicht nur den Produktpreis sondern auch die Transportkosten zahlen muss, kann eine konventionelle Firma nur einen niedrigen Preis setzen, um einen positiven Marktanteil zu erlangen. Aus (2.14) und (2.15) ergibt sich:

Korollar 1: *Wenn ein Produkt über beide Vertriebskanäle angeboten wird, ist dessen Preis von dem Online-Kanal doppelt so hoch wie der von dem Offline-Kanal.*

Bevor wir die erste Stufe der Spiels betrachten, können wir ein paar neue Erkenntnisse aus den Gleichgewichtpreisen gewinnen. Leitet man p_I nach $n-1$ ab, erhält man $\partial p_I / \partial(n-1) < 0$. Die ökonomische Interpretation liegt darin: Wenn $n-1$ steigt, hat die Online-Firma mehr Kontrahenten. Demzufolge muss sie ihren Preis senken, um ihren Marktanteil zu sichern. Leiten wir p_I nach n_W ab, ist $\partial p_I / \partial n_W > 0$ garantiert. Die Erklärung dafür ist sehr ähnlich wie in Abschnitt 4: Wenn n_W sinkt, hat ein Lastwagen der Online-Firma einen längeren Transportweg als zuvor, da der Wagen durch mehrere traditionelle Territorien durchfahren muss. Je kleiner die traditionellen Gebiete sind, desto besser ist es für die Online-Firma. Durch Reduzierung des Preises p_I versucht die Online-Firma, den Bereich der konventionellen Firmen $\hat{l}$ zu verkleinern. Zusätzlich haben wir $\partial p_I / \partial t > 0$. Die ökonomische Intuition dafür ist genau dieselbe wie die in Abschnitt 4. Aufgrund des Korollar 1 erhalten wir die gleichen Resultate für p_K. Darüber hinaus haben wir folgendes Lemma.

Lemma 4: *(a) Wenn keine Firma das Produkt durch das Internet anbietet, ist der Preis im Gleichgewicht unabhängig von der Anzahl der Konsumenten m. (b) Wenn eine Firma das Produkt durch das Internet anbietet, fallen die Preise im Gleichgewicht mit steigendem m.*

Teil (a) von Lemma 4 bedeutet: Wenn der Internethandel nicht existiert, konkurriert jede Firma nur mit ihren zwei direkten Nachbarn. Dies ist die sogenannte Lokal-Konkurrenz. Die Distanz des indifferenten Konsumenten von einer Firma zu ihrem nächsten Konkurrenten ist konstant, nämlich $1/(2n)$. Deswegen ist der Preis im Gleichgewicht auch unabhängig von m. Teil (b) von Lemma 4 sagt uns: Wenn eine Firma i das Produkt durch das Internet anbietet, platziert sie sich jeweils zwischen zwei benachbarte konventionelle Firmen und damit konkurriert sie mit allen anderen $n-1$ Firmen direkt. Hier hat die Konkurrenz keine lokale Eigenschaft. Dies wird noch mal durch Abbildung 4 veranschaulicht. Darin wendet nur eine Firma den Online-Kanal an und die anderen vier Firmen benutzen den Offline-Kanal. Die schwarzen Punkte repräsentieren den Standort der konventionellen Firmen und die fettgedruckten Linien spiegeln ihre Marktanteile wider. Die übrigen Intervalle auf dem Kreis gehören zu dem Marktanteil der Online-Firma und ein oder mehrere Lager befinden sich in solchen Intervallen. Die gestrichelten Lienen zeigen die Transportwege der Online-Firma in dem Fall $n_W = n - 1 = 4$ (auf dem linken Teil von Abbildung 4) bzw. $n_W = 1$ (auf dem rechten Teil von Abbildung 4). Darüber hinaus erhalten wir $\partial p_I/\partial m < 0$ sowie $\partial p_K/\partial m < 0$. Die Intuition dafür ist: Wenn m steigt, sinken die durchschnittlichen Transportkosten pro Konsument von der Online-Firma. Demnach kann der Anbieter den Preis p_I reduzieren. Aufgrund von Korollar 1 müssen ihrerseits auch die konventionellen Firmen den Preis senken. Folglich ist der Preiswettbewerb zwischen der Firmen härter. Setzt man (2.14) und (2.15) in (2.11) ein, kann man sofort feststellen, dass die Position des Konsumenten, der zwischen dem Online- und dem Offline-Geschäft indifferent ist, von der Konsumentenanzahl m abhängig ist.

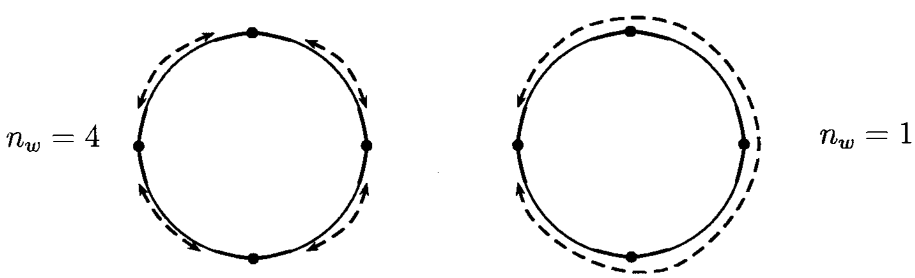

Abbildung 4: Ein Beispiel mit $n = 5$

Jetzt kommen wir zu der ersten Stufe des Spiels. Setzen wir $\hat{l} = (p_I - p_K)/t$, (2.14) und (2.15) in (2.13) ein, erhalten wir

$$\pi_I = \frac{9gmn_W(n-1) - t(2m^2 - m(9n - 5n_w - 9) + 2n_W^2}{9m(1-n)}. \tag{2.16}$$

Diese Gewinnfunktion soll in Bezug auf n_W maximiert werden. Aufgrund $\partial^2\pi_I/\partial n_W^2 = 4t/(9m(n-1))$ ist die zweite Ableitung der Funktion nach n_w positiv. Daher muss n_W wie in Abschnitt 4 eine Randlösung sein. Die Anzahl der Läger n_W hat zwei mögliche Randlösungen, nämlich $n_W = 1$ und $n_W = n-1$.

Wenn $n_W = 1$ ist, erhalten wir aufgrund (2.14) und (2.15)

$$p_K^* = \frac{t(m+2)}{6m(n-1)} \qquad p_I^* = \frac{t(m+2)}{3m(n-1)}.$$

Setzt man $\hat{l} = (p_I^* - p_K^*)/t$, p_K^* und p_I^* in (2.10) ein, ist der Gewinn einer konventionellen Firma eine Funktion der Anzahl der Firmen n

$$\pi_K(n) = \frac{t(m+2)^2}{18m(n-1)^2} - f. \tag{2.17}$$

Setzt man p_K^* und p_I^* in(2.16), ist die Gewinnfunktion

$$\pi_I(n) = \frac{t(2m^2 + m(14-9n) + 2)}{9m(n-1)} - g \tag{2.18}$$

für die Online-Firma.

Wenn $n_W = n-1$ ist, erhalten wir aufgrund (2.14) und (2.15)

$$\hat{p}_K^* = \frac{t(m+2(n-1))}{6m(n-1)} \qquad \hat{p}_I^* = \frac{t(m+2(n-1))}{3m(n-1)}.$$

Der entsprechende Gewinn ist dann für jede konventionelle Firma eine Funktion der Anzahl der Firmen n

$$\hat{\pi}_K(n) = \frac{t(m+2(n-1))^2}{18m(n-1)^2} - f \tag{2.19}$$

für jede konventionelle Firma und

$$\hat{\pi}_I(n) = \frac{2t(m-(n-1))^2}{9m(n-1)} - g(n-1) \tag{2.20}$$

für die Online-Firma. Die Ausdrücke (2.17), (2.18), (2.19) und (2.20) werden als Profite vom *I-Gleichgewicht* bezeichnet.

Im *I-Gleichgewicht* richtet die Online-Firma entweder nur ein Lager ($n_W = 1$) oder genau so viele Lager wie die Anzahl der konventionellen

Firmen ($n_W = n - 1$). Die Intuition dieser Entscheidung erläuten wir mit Hilfe von Abbildung 5.

$n_w = 2$

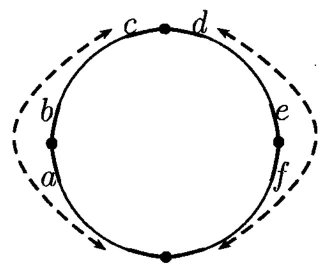

Abbildung 5: Ein Beispiel mit $n = 5$

In dieser Abbildung gibt es insgesamt vier konventionelle Firmen und eine Online-Firma. Aufgrund der Symmetrie sind die Marktanteile der konventionellen Firmen identisch. Wie in Abbildung 4 präsentieren die Punkte den Standort der Offline-Firmen, und die fettgedruckten Linien spiegeln deren Marktanteile wider. Die übrigen Intervalle auf dem Kreis gehören zu dem Marktanteil der Online-Firma, und ihr Lager (oder ihre Läger) befindet sich in solchen Intervallen. Als Beispiel sind $[a, b]$, $[c, d]$ und $[e, f]$ die Territorien von traditionellen Firmen. Mit der Abbildung wollen wir zeigen, weshalb eine Anzahl der Lager, die weder eins noch $n - 1$ ist, keine optimale Entscheidung der Online-Firma sein kann. Wir nehmen an, dass $n_W = 2$ ist. Die gestrichelten Linien zeigen die Transportwege der Online-Firma in dieser Situation. Dies bedeutet, dass es optimal für die Online-Firma ist, einen Lastwagen loszuschicken, der durch das Intervall $[a, b]$ fährt. Aufgrund der identischen Länge von $[a, b]$, $[c, d]$ und $[e, f]$ sowie der linearen Transportkosten muss es demzufolge auch optimal für die Online-Firma sein, wenn der selbe Lastwagen auch bei $[c, d]$ und $[e, f]$ vorbeifährt. Mit anderen Worten, wenn der Online-Anbieter die Fixkosten sparen will, richtet er nur ein einziges Lager ein. Wenn er aber die Transportkosten sparen will, richtet er genau so viele Lager ein wie die Anzahl der Offline-Geschäfte. Für welche Variante er sich im Endeffekt entscheidet, ist von der Abwägung zwischen beiden Kosten abhängig, worauf weiter unten eingegangen wird.

Lemma 5: *Der Produktpreis des Offline-Kanals ist im T-Gleichgewicht höher als der im I-Gleichgewicht.*

Die ökonomische Begründung von Lemma 5 ist folgende: Im *I-Gleichgewicht* ist die Konkurrenz für jede konventionelle Firma viel stärker als im *T-Gleichgewicht.* Im *I-Gleichgewicht* ist eine Offline-Firma mit drei Konkurrenten konfrontiert: ihren zwei Nachbarn und der Online-Firma. Um sich weiter auf dem Markt behaupten zu können, muss sie den Preis senken. Daher kommen wir zu der neuen Proposition.

Proposition 4: *Mit Internethandel sind die Produktpreise sowohl des Offline-Kanals als auch des Online-Kanals niedriger als der Produktpreis ohne Internethandel.*

Unabhängig davon, wo die Konsumenten das Produkt kaufen, zahlen sie weniger, wenn das Produkt durch die beiden Kanäle angeboten wird, als wenn das Produkt nur durch den Offline-Kanal angeboten wird. Die Existenz des Internethandels fördert die Konkurrenz auf dem Markt. Demzufolge können die Konsumenten davon profitieren.

Lemma 6 : *Wenn die Fixkosten eines Lagers* $g > \hat{g} = t(5m+2n)/(9m(n-1))$ *sind, richtet die Online-Firma nur ein einziges Lager auf dem Markt ein. Sonst richtet sie genau so viele Lager ein wie die Anzahl der traditionellen Firmen.*

Die Erklärung für Lemma 6 ist folgende: Wenn die Fixkosten des Lagers über den Grenzwert hinaus steigen, ist es besser für die Online-Firma, nur ein Lager einzurichten, damit sie die Fixkosten minimieren kann. Aufgrund von $\partial\hat{g}/\partial n < 0$ haben wir ein zusätzliches Resultat: Je größer die Anzahl der Firmen ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Online-Firma nur ein Lager einrichtet, weil sonst die Fixkosten für sie zu hoch sind.

Lemma 7 : *Die konventionellen Firmen haben höhere Profite, wenn die Online-Firma statt eines einzigen Lagers* $n-1$ *Lager auf dem Markt einrichtet.*

Aufgrund $\partial p_I/\partial n_W > 0$ steigt der Preis p_I von der Online-Firma, wenn $n_W = n-1$ ist. Darauf reagieren die Offline-Firmen mit einem hohen Preis, womit sie ihre Profite steigern.

Lemma 8: *Im I-Gleichgewicht hat die Online-Firma einen größeren Marktanteil im Vergleich mit dem einer Offline-Firma.*

Proposition 5: *Die konventionellen Firmen haben höhere Profite, wenn Online-Handel nicht existiert.*

Proposition 5 ist eine logische Folgerung aus Lemma 5 und Lemma 8. Für eine konstante Anzahl n ist der Preis der konventionellen Firmen im *T-Gleichgewicht* höher als der im *I-Gleichgewicht*. Dazu kommt, dass im *I-Gleichgewicht* die Online-Firma einen Teil des Markts von den konventionellen Firmen wegnimmt. Daher kann eine konventionelle Firma ohne E-Commerce durch einen höheren Preis und einen größeren Marktanteil mehr Profit erlangen.

Darüber hinaus können wir zeigen, wie sich die Profite der Firmen im *I-Gleichgewicht* in Bezug auf die Änderungen der Tansportkosten t, der Anzahl der Konsumenten m und der Firmen n verhalten:

(a) Wenn n steigt, erhalten wir sowohl $\partial\pi_I/\partial n < 0$ als auch $\partial\hat{\pi}_I/\partial n < 0$, sowie sowohl $\partial\pi_K/\partial n < 0$ als auch $\partial\hat{\pi}_K/\partial n < 0$. Mit anderen Worten, die Profite der Firmen nehmen mit steigender Anzahl an Unternehmen n ab, unabhängig davon ob $n_W = 1$ oder $n_W = n - 1$ ist. Es ist offensichtlich, dass, wenn die Anzahl der Firmen zunimmt, die Konkurrenz zwischen den Firmen stärker wird und folglich die Profite sinken.

(b) Wenn m zunimmt, haben wir $\partial\pi_I/\partial m > 0$ oder $\partial\hat{\pi}_I/\partial m > 0$. Der Profit der Online-Firma nimmt also mit steigender Anzahl der Konsumenten m zu, unabhängig davon ob $n_W = 1$ oder $n_W = n - 1$ ist. Diese Aussage trifft auf die konventionellen Firmen nicht immer zu. Wenn $n_W = 1$ ist, erhalten wir weiter $\partial\pi_K/\partial m > 0$. Aber für den Fall $n_W = n-1$ ist $\partial\hat{\pi}_K/\partial m > 0$ nur unter der Bedingung $m \geq 2(n - 1)$ garantiert. Sonst erhalten wir $\partial\hat{\pi}_K/\partial m < 0$. In der Situation $n_W = n - 1$ hat ein steigendes m zwei entgegengesetzte Effekte auf den Gewinn der Offline-Firma: Auf der einen Seite senkt die traditionelle Firma den Preis p_K, um mehr Konsumenten anzulocken. Daher nimmt der Gewinn pro Konsument ab (Preiseffekt). Auf der anderen Seite bekommt jede Offline-Firma mehr Konsumenten als zuvor (Mengeneffekt). Unter der Bedingung $m < 2(n - 1)$ kann der Mengeneffekt den Preiseffekt nicht überkompensieren. Folglich sinken die Gewinne der Offline-Firmen.

(c) Wenn t steigt, gibt es zwei Fälle für die Online-Firma. Wenn $n_W = 1$ ist, erhalten wir $\partial \pi_I / \partial t > 0$ nur unter der Voraussetzung

$$m \geq (3\sqrt{9n^2 - 28n + 20} + 9n - 14)/4.$$

Die Begründung dafür ist: Wenn t zunimmt, wollen die Konsumenten die Transportkosten nicht mehr selbst tragen. Deshalb bekommt die Online-Firma mehr Konsumenten. Wenn die Anzahl der Konsumenten relativ groß ist, sind die durchschnittlichen Transportkosten pro Kunde niedrig. Aus diesem Grunde steigt der Gewinn der Online-Firma. Aber wenn die Anzahl der Konsumenten nicht ausreichend groß ist, sind die Transportkosten für die Online-Firma zu hoch. Da die Firma nur ein einziges Lager hat, hat sie einen langen Transportweg. Wenn m relativ klein ist, sind die durchschnittlichen Transportkosten pro Kunde nicht niedrig genug. Infolgedessen fällt der Gewinn der Online-Firma mit zunehmenden Transportkosten t unter der Bedingung $m < (3\sqrt{9n^2 - 28n + 20} + 9n - 14)/4$. Wenn $n_W = n - 1$ ist, ist immer $\partial \hat{\pi}_I / \partial t > 0$ garantiert. Aufgrund hoher Werte für t weiß die Online-Firma, dass die Konsumenten die Transportkosten nicht tragen wollen. Daher kann sie den Pries p_I erhöhen, ohne zu fürchten, dass sie die Kundschaft verliert. Somit steigt ihr Gewinn. Unabhängig davon, ob $n_W = 1$ oder $n_W = n - 1$ ist, steigen die Gewinne der konventionellen Firmen mit zunehmenden Transportkost t. Da die Online-Firma p_I erhöht, wenn t zunimmt, erhöhen die konventionellen Firmen p_K ebenfalls. Dadurch steigen die Gewinne der Offline-Firmen.

Für eine neue Proposition benötigen wir die Definition $\hat{g}$ (siehe Lemma 6) und die folgenden Definitionen:

$$\hat{f} = \frac{t(9mn^2(n-1) + 2n^2(n-1) - m^2(2n^2 - 9n + 9))}{9mn^2(n-1)} \tag{2.21}$$

$$\bar{g} = \frac{9fmn^2(n-1) + t(m^2(2n^2 - 9n + 9) - 4mn^2(n-1) + 2n^2(n-1)^2)}{9mn^2(n-1)^2} \tag{2.22}$$

$$\tilde{g} = f + \frac{tm^2(2n^2 - 9n + 9) + mn^2(14 - 9n) + 2n^2}{9mn^2(n-1)} \tag{2.23}$$

Proposition 6: *(a) Wenn $f \geq \hat{f}$ und $g \leq \hat{g}$ sind oder wenn $f < \hat{f}$ und $g \leq \bar{g}$ sind, bietet eine einzige Firma das Produkt durch das Internet auf dem Markt an und sie richtet genau so viele Lager ein wie die Anzahl der* *konventionellen Firmen. Alle anderen Firmen vertreiben das Produkt durch den Offline-Kanal. (b) Unter der Bedingungen $f \geq \hat{f}$ und $\hat{g} < g \leq \tilde{g}$ bietet eine einzige Firma das Produkt durch das Internet an und sie richtet nur ein einziges Lager ein. Alle anderen Firmen bleiben bei ihrem konventionellen Geschäft. (c) Sonst bieten alle Firmen das Produkt im Gleichgewicht nur durch den Offline-Kanal an.*

Proposition 6 wird durch Abbildung 6 veranschaulicht:

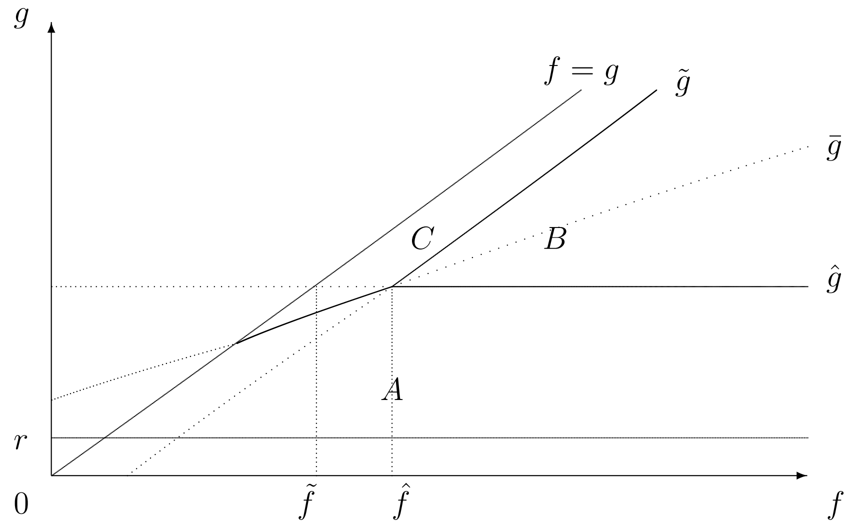

Abbildung 6: Die optimale Vertriebsstrategie von Firma i

Die Linien $\hat{g}$, $\bar{g}$ und $\tilde{g}$ teilen das Diagramm für $r \leq g < f$ in drei Teile. Bereich A illustriert den Fall (a) von Proposition 6. In dem Bereich bietet Firma i das Produkt durch den Online-Kanal und setzt $n_W = n - 1$ Lager auf den Kreis. Aufgrund der niedrigen Fixkosten g will die Firma viele Lager einrichten, um die Transportkosten zu verringern. Bereich B schildert den Fall (b) von Proposition 6. In diesen Fall vertreibt Firma i das Produkt zwar immer noch durch das Internet, aber sie richtet jetzt nur ein einziges Lager auf dem Kreis ein. Aufgrund der hohen Fixkosten g nimmt der Gewinn der Firma ab, wenn sie mehrere Lager einrichten würde. Sowohl der Offline-Preis als auch der Online-Preis ist in Bereich B niedriger als in Bereich A. Bereich C veranschaulicht den Fall (c) von Proposition 6. In diesem Bereich vertreibt Firma i das Produkt durch den Offline-Kanal. Die ökonomische Erklärung von Bereich A und B ist leicht nachzuvollziehen. Wir wollen Bereich C näher beleuchten. Linie $\hat{g}$ überschneidet Linie $f = g$ an $\tilde{f}$. Bereich C existiert nur unter der Bedingung $\tilde{f} < \hat{f}$. Wir definieren die folgende Funktion:

$$\hat{m}(n) = \frac{3n\sqrt{9n^4 - 28n^3 + 20n^2 + 8n - 8} + 9n^3 - 14n^2}{4n^2 - 18n + 18}. \tag{2.24}$$

Wir erhalten $\tilde{f} < \hat{f}$, solange $m \leq \hat{m}(n)$ ist. Unter der Voraussetzung $m > \hat{m}(n)$ verschwindet Bereich C komplett. Mit anderen Worten, wenn $n < m \leq \hat{m}(n)$ ist und die Fixkosten eines Lager nicht viel niedriger als die Fixkosten eines konventionellen Geschäftes sind, bietet Firma i das Produkt nicht durch das Internet an. Die ökonomische Begründung hierfür ist folgende: Wenn die Online-Firma existiert, ist die Preiskonkurrenz aufgrund von Proposition 4 viel stärker als die ohne die Online-Firma (Preiseffekt). Durch das Internet kann Firma i nur dann mehr Gewinn erzielen, wenn sie mehr Konsumenten bekommt (Mengeneffekt). Wenn die Anzahl der Konsumenten nicht hinreichend groß ist, kann der Mengeeffekt den Preiseffekt nicht überkompensieren. Folglich will Firma i lieber den herkömmlichen Vertriebskanal anwenden und wir bekommen das *T-Gleichgewicht*. Proposition 6 impliziert, dass, wenn die Fixkosten eines Lagers niedrig genug sind, es sich für Firma i immer lohnt, das Produkt durch das Internet anzubieten. Dadurch erhalten wir das *I-Gleichgewicht*.

2.6 Freier Marktzutritt

In diesem Abschnitt setzen wir freien Markzutritt voraus und alle anderen Annahmen sind identisch wie in Abschnitt 5. Wenn außer fixen Kosten keine Marktzutrittsschranken auftreten, ist die Anzahl der Firmen auf dem Markt endogen. Das Modell befaßt sich mit folgendem Drei-Stufen-Spiel: Auf der ersten Stufe entscheiden potentielle Marktteilnehmer gleichzeitig, ob sie in den Markt eintreten wollen. Nach der Beobachtung des Ergebnisses der ersten Stufe, nämlich Anzahl der in den Markt eingetretenen Firmen, entscheidet sich jede Firma auf der zweiten Stufe, ob sie Offline-Anbieter oder Online-Anbieter werden soll. Auf der dritten Stufe des Spiels liefern sich die Unternehmen von deren Standort aus einen Preiswettbewerb. Da das Spiel auf der zweiten und dritten Stufen in dem vorherigen Abschnitt bereits analysiert wurde, fangen wir hier direkt mit der Untersuchung der ersten Stufe des Spiels an.

In Abschnitt 5 haben wir zwei mögliche Gleichgewichte, nämlich ein *T-Gleichgewicht* und ein *I-Gleichgewicht.* Um die Anzahl der Firmen aus unterschiedlichen Gleichgewichten besser zu identifizieren, brauchen wir die folgenden Definitionen:

Definition 1: n_T^* ist die Anzahl der Firmen im *T-Gleichgewicht* mit freiem Marktzutritt, wenn (i) $\pi_T(n_T^*) = f$ und (ii) $\pi_T(n_T^*) \geq \max\{\pi_I(n_T^*), \hat{\pi}_I(n_T^*)\}$.

Bedingung (i) gewährleistet, dass der Gewinn der in den Markt eintretenden Unternehmen im Gleichgewicht gleich null ist. Durch (2.6) erhalten wir $n_T^* = \sqrt{mt/f}$. Bedingung (ii) garantiert, dass bei n_T^* keine Firma das Produkt durch das Internet anbieten will.

Definition 2: Im *I-Gleichgewicht* bei freiem Marktzutritt gilt:
(a) Für den Fall (i) $\pi_K(n_I^*) = f$ und (ii) $\pi_I(n_I^*) \geq \max\{\pi_T(n_I^*), \hat{\pi}_I(n_I^*)\}$ ist n_I^* die Anzahl der Firmen auf dem Markt.
(b) Für den Fall (i) $\hat{\pi}_K(\hat{n}_I^*) = f$ und (ii) $\hat{\pi}_I(\hat{n}_I^*) \geq \max\{\pi_T(\hat{n}_I^*), \pi_I(\hat{n}_I^*)\}$ ist $\hat{n}_I^*$ die Anzahl der Firmen auf dem Markt.

Bedingung (i) von Teil (a) und (b) gewährleistet, dass der Gewinn der Offline-Firmen im Gleichgewicht gleich null ist. Da $\pi_T(n) > \max\{\pi_K(n), \hat{\pi}_K(n)\}$ ist (siehe Proposition 5), müssen nur die konventionellen Firmen diese Bedingung (i) erfüllen. Bedingung (ii) von Teil (a) und (b) garantiert, dass mit der Anzahl der in den Markt eingetretenen Unternehmen n_I^* bzw. $\hat{n}_I^*$ nur eine einzige Firma das Produkt durch das Internet anbietet, wobei bei n_I^* die Anzahl der Lager der Online-Firma $n_W = 1$ ist und bei $\hat{n}_I^*$ die Anzahl der Lager der Online-Firma $n_W = n - 1$ ist.

Proposition 7: *Angenommen, n_T^* erfüllt die Null-Profit Bedingung im T-Gleichgewicht mit freien Marktzutritt. (a) Wenn $m \geq \hat{m}(n_T^*)$ ist, existiert das T-Gleichgewicht mit freiem Marktzutritt nicht. (b) Wenn $m < \hat{m}(n_T^*)$ und $\max\{\bar{g}(n_T^*), \tilde{g}(n_T^*)\} \leq g < f$ sind, existiert das T-Gleichgewicht mit freiem Marktzutritt.*

Das T-Gleichgewicht kommt nur vor, solange die Anzahl der Konsumenten nicht viel größer als die Anzahl der Firmen ist, nämlich $n_T^* < m \leq \hat{m}(n_T^*)$, und die Fixkosten für ein Lager nicht viel kleiner als die Fixkosten für ein konventionelles Geschäft sind. Die nächste Proposition vergleicht die Anzahl der Firmen mit freiem Marktzutritt im *T-Gleichgewicht* mit jenen im *I-Gleichgewicht* .

Proposition 8: *Angenommen, dass n_T^*, $\hat{n}_I^*$ und n_I^* die Null-Profit Bedingungen im T-Gleichgewicht bzw. im I-Gleichgewicht mit freien Marktzutritt erfüllen, dann erhalten wir $n_T^* > \hat{n}_I^* > n_I^*$.*

Dieses Resultat stimmt mit dem von Bouckaert (2000) überein. Ohne E-Commerce ist die Anzahl der Firmen am größten. Die Anzahl der Firmen ist am kleinsten, wenn es auf dem Markt genau eine Online-Firma gibt und sie nur ein einziges Lager einrichtet. Proposition 8 deutet darauf hin, dass je mehr Konkurrenz auf dem Markt herrscht, desto weniger Firmen treten in den Markt ein. Wenn $n_w = 1$ ist, sind die Preise am niedrigsten und demzufolge sind die Produzentrenten auch am niedrigsten. Daher geht die Anzahl der Firmen mit freiem Marktzutritt zurück. Da mit einem Online-Anbieter mehr Konkurrenz auf dem Markt herrscht, ist die Anzahl der Firmen mit E-Commerce kleiner als die ohne E-Commerce.

2.7 Zusammenfassung

In diesem Modell wird die Standortentscheidung der Unternehmen in Verbindung mit E-Commerce untersucht. Wenn ein Produkt sowohl durch den Offline- als auch durch den Online-Kanal vertrieben werden kann, will ein Monopolist bzw. ein Sozialplaner stets nur das Internet als den Distributionskanal verwenden. In dieser Hinsicht verursacht ein Monopolist keinen Wohlfahrtsverlust. In dem Duopolfall setzen die Firmen eine minimale Anzahl von Lagern sowie Filialen ein. In dem Fall eines Oligopols bietet eine einzige Firma das Produkt durch das Internet an, solange die Fixkosten des Lagers im Vergleich mit den Fixkosten des traditionellen Geschäfts klein genug sind. Der Profit der Online-Firma ist stets größer als der von den einzelnen konventionellen Geschäften. Die Entscheidung über die Anzahl der Lager der Online-Firma ist abhängig von den Fixkosten eines Lagers. Bei niedrigen Fixkosten richtet die Online-Firma genau so viele Lager wie die Anzahl der traditionellen Firmen auf dem Markt ein. Dadurch ist im Wettbewerb die Marktposition der Online-Firma gestärkt. Wenn die Fixkosten hoch sind, richtet die Online-Firma nur ein Lager ein. Da die Existenz von E-Commerce eine starke Preiskonkurrenz verursacht, ist im Gleichgewicht mit freiem Marktzutritt die Anzahl der Firmen mit E-Commerce niedriger als die Anzahl der Firmen ohne E-Commerce. Der Produktpreis von dem Online-Kanal ist immer höher als der von dem Offline-Kanal. Allerdings sind die Preise mit E-Commerce niedriger als die ohne E-Commerce. Daher fördert die Existenz des Online-Handels die Konkurrenz, wovon letztendlich die Konsumenten profitieren können.

Alle oben genannten Ergebnisse basieren auf der Annahme, dass das Produkt homogen ist und alle Konsumenten perfekte Information über die Qualität des Produkts besitzen. Es wäre interessant zu wissen, ob die Resultate weiter bestehen, wenn wir diese Annahmen aufheben. In dem nächsten Artikel untersuchen wir den Fall, in dem die Konsumenten vor dem Einkauf keine perfekte Information über die Produktqualität erhalten können.

2.8 Anhang

Die Beweise von allen Lemmas und Propositionen werden in diesem Anhang aufgeführt.

Beweis für Lemma 1 : Wenn alle Konsumenten auf dem Kreis das Produkt kaufen, sind die Transportkosten des Monopolist unabhängig von der Anzahl der Lagern immer gleich t. Daher richtet der Monopolist nur ein einziges Lager ein. Die Konsumenten zahlen höchstens $p_E = r$ für das Produkt. Daher ist der Profit vom Monopolisten $rm-g-t$. Wenn $g+t > rm$ ist, verzichtet der Anbieter auf das Internetgeschäft. Q.E.D.

Beweis für Proposition 1 : Betrachtet wird ein Intervall $[a, b]$ mit einem Abstand $|b-a| = l \leq 1$ auf dem Kreis mit dem Umfang Eins. Darin sei die Anzahl der Konsumenten positiv, so dass $lm \geq 1$ ist. Wenn ein Monopolist, der ein Geschäft auf a (siehe Abbildung 2) setzt, die Konsumenten, die sich innerhalb des Intervalls l befinden, durch den Offline-Kanal bedient, ist sein Profit für das Intervall $\pi_C = lmp_C - f$. Der Konsument an dem Punkt b muss Transportkosten lt aufwenden. Deswegen zahlt er höchstens $p_C = r - lt$ für das Produkt. Daher ist der Profit $\pi_C = lmr - l^2mt - f$. Wenn der Monopolist die Konsumenten von Intervall l durch den Online-Kanal bedient, legt er den Preis $p_E = r$ fest und bekommt den Profit $\pi_E = lmr - lt - g$. Aufgrund $f > g$ ist $\pi_E > lmr - lt - f$ garantiert. Da $lm \geq 1$ ist, haben wir $\pi_E > lmr - lt - f \geq \pi_C$. Wegen $m \in IN$ ist die Anzahl der Konsumenten alternativ $lm = 0$, falls sich kein Konsument auf dem Intervall $[a, b]$ befindet. Dann ist $\pi_C = -f$ und $\pi_E = -g$ und somit $\pi_E > \pi_C$ trivialerweise erfüllt. Infolgedessen öffnet der Monopolist nie das Offline-Geschäft. Wenn $g + t > rm$, scheidet er aus dem Markt aus (siehe Lemma 1). Q.E.D.

Beweis für Proposition 2 : Wenn der Planer den Konsumenten von Intervall l das Produkt durch den Offline-Kanal anbietet, ergibt sich die Kostenfunktion $\omega_C = ltlm/2 + f$. Dabei steht $lt/2$ für die durchschnittlichen Transportkosten von den Konsumenten innerhalb l. Wenn der Planer die Konsumenten durch den Online-Kanal bedient, minimiert er $\omega_E = lt + g$. Wir haben $\omega_E < lt + f < \omega_c$ unter der Bedingung $lm \geq 2$. Da m eine ganze Zahl ist, kann die Anzahl der Konsumenten lm entweder 0, 1 oder größer als 2 sein. Für den Fall $lm = 1$ erhalten wir $\omega_E < lt + f = \omega_C$. Ist $lm = 0$, dann ist $\omega_E = g < \omega_C = f$. Daher erschließt der Sozialplaner nie den Offline-Kanal. Solange $rm \geq g + t$ ist, richtet er ein Lager auf dem

Kreis. Q.E.D.

Beweis für Lemma 2 : Wir lösen $\hat{l}$ von (2.1) und substituieren es in (2.2) und (2.3). Der Gewinn von Firma C lautet

$$\pi_C = \frac{2mn_C p_C(p_E - p_C)}{t} - fn_C.$$

Der Gewinn von Firma 2 ist

$$\pi_E = n_W(2(p_E - p_C) - g) + \frac{mp_E(t - 2n_C(p_E - p_C))}{t} - t.$$

Wir optimieren die beiden Funktionen in Bezug auf p_C sowie p_E und erhalten die Reaktionsfunktionen:

$$p_C = \frac{p_E}{2}$$

und

$$p_E = \frac{m(2n_C p_C + t) + 2tn_W}{4mn_C}$$

Lösen wir die Reaktionsfunktionen, erhalten wir die Gleichgewichtpreise p_C^* und p_E^*. Q.E.D.

Beweis für Proposition 3 : Wir optimieren (2.5) und differenzieren die Gewinnfunktion nach n_W. Da $\partial^2\pi_E/\partial n_W^2 = 4t/(9mn_C)$ ist und t, m, n_C keine negative Zahlen sind, ist $\partial^2\pi_E/\partial n_W^2 > 0$. Daher muss n_W eine Randlösung sein. Einer der Ränder ist $n_W = 1$, da Firma E mindestens ein Lager für sein Geschäft braucht. Der andere Rand ist $n_W = n_C$. Wir schießen $n_W > n_C$ direkt aus, weil in dem Fall Firma E statt zusätzlichen Gewinn nur zusätzliche Fixkosten hat. Analog dazu optimieren wir (2.4) und differenzieren diese Gewinnfunktion nach n_C. Je größer n_C ist, desto kleiner ist π_C, weil $\partial\pi_C/\partial n_C = -t(m + 2n_W)^2/(18mn_C)^2 - f < 0$ ist. Um sein Geschäft überhaupt betreiben zu können, setzt er $n_C = 1$ ein. Firma E reagiert darauf mit $n_W = 1$. In dem Gleichgewicht haben wir $n_C = n_W = 1$, $p_C = t(m+2)/(6m)$ und $p_E = t(m+2)/(3m)$. Setzten wir die Ergebnisse in (2.4) und (2.5) ein, erhalten wir $\pi_C = t(m + 2)^2/(18m) - f$ und $\pi_E = 2t(m - 1)^2/(9m) - g$. Wenn $f > t(m + 2)^2/(18m)$ ist, scheidet Firma C aus dem Markt aus. Q.E.D.

Beweis für Lemma 3 : Wir nehmen an, dass mehrere Firmen Online-Geschäfte betreiben. Da kein Unterschied zwichen den Firmen besteht, drückt die Preiskonkurrenz die Profite von den Online-Firmen auf Null. Aufgrund der positiven Fixkosten kann höchstens eine Firma den Online-Kanal erschließen. Q.E.D.

Beweis für Lemma 4 : Wenn keine Firma das Internetgeschäft betreibt, haben wir $p_T^* = t/n$. Da $\partial p_T^*/\partial m = 0$ ist, haben wir Teil (a) bewiesen. Wenn eine Firma i sein Produkt durch das Internet anbietet, sind die Gleichgewichtspreise (2.14) und (2.15). Wir leiten die beiden Ausdrücke nach m ab und erhalten $\partial p_K/\partial m < 0$ sowie $\partial p_I/\partial m < 0$. So haben wir Teil (b) bewiesen. Q.E.D.

Beweis für Lemma 5 : Wenn $n_W = 1$ ist, haben wir $p_K^* = t(m+2)/(6m(n-1)) < p_T^* = t/n$ unter der Bedingung $n > 6m/(5m-2)$. Solange $n \geq 3$ und $m > n$ sind, ist die Ungleichung $n > 6m/(5m-2)$ garantiert. Wenn $n_W = n-1$ ist, haben wir $\hat{p}_K^* = t(m+2(n-1))/(6m(n-1)) < p_T^* = t/n$ unter der Voraussetzung $m > 2n(n-1)/(5n-6)$. Aufgrund der Annahmen $n \geq 3$ und $m > n$ ist die Ungleichung $m > 2n(n-1)/(5n-6)$ garantiert. Q.E.D.

Beweis für Proposition 4 : In Fall $n_W = 1$ haben wir $p_I^* = t(m+2)/(3mn-3m) < p_T^* = t/n$, solange $m > 2n/(2n-3) = \tilde{m}$ ist. Je kleiner n ist, desto größer ist $\tilde{m}$, da $d\tilde{m}/dn = -6/(2n-3)^2 < 0$ ist. Unter der Annahme $n \geq 3$ ist $\tilde{m} \leq 2$. Da $m > n \geq 3$ ist, ist die Ungleichung $m > 2n/(2n-3)$ gewährleistet. Wenn $n_W = n-1$ ist, haben wir $\hat{p}_I^* = t(m+2n-2)/(3mn-3m) < p_T^* = t/n$ unter der Bedingung $m > (2n(n-1))/(2n-3) = \bar{m}$. Je kleiner n ist, desto größer ist die Differenz zwischen $\bar{m}$ und n, weil $d(\bar{m}-n)/dn < 0$ ist. Unter der Annahme $n \geq 3$ liegt die Differenz von $\bar{m} - n$ maximal bei 1. Da $m > n+1$ ist, ist $m > (2n(n-1))/(2n-3)$ garantiert. Wegen Lemma 5 ist die Proposition damit bewiesen. Q.E.D.

Beweis für Lemma 6 : Wir vergleichen Ausdruck (2.18) mit Ausdruck (2.20). Wenn $g > \hat{g}$ ist, bekommen wir $\pi_I > \hat{\pi}_I$. Infolgedessen ist $n_W = 1$. Wenn $g \leq \hat{g}$ ist, erhalten wir $\pi_I \leq \hat{\pi}_I$. Daher ist $n_W = n-1$. Q.E.D.

Beweis für Lemma 7 : Vergleichen wir Ausdruck (2.17) mit Ausdruck (2.19), ist $\hat{\pi}_K > \pi_K$ garantiert. Q.E.D.

Beweis für Lemma 8 : Im *I-Gleichgewicht* ist $1-2(n-1)\hat{l}$ der Marktanteil der Internetfirma (siehe (2.12)) und $2\hat{l}$ der Marktanteil einer konventionellen Firma (siehe (2.9)). Wir setzen $\hat{l} = (p_I - \hat{p}_j)/t$, (2.14) und (2.15) in $1-2(n-1)\hat{l}$ und $2\hat{l}$ ein. Wenn $n_W = 1$ ist, ist der Marktanteil der Internetfirma $2(m-1)/(3m)$ und der Marktanteil von einer konventionellen Firma $(m+2)/(3m(n-1))$. Solange $m > 2n/(2n-3)$ ist, haben wir $2(m-1)/(3m) > (m+2)/(3m(n-1))$. Aufgrund $m > n$ ist $m > 2n/(2n-3)$ garantiert. Wenn $n_W = n-1$ ist, ist der Marktanteil der Internetfirma $2(m-n+1)/(3m)$ und der Marktanteil einer konventionellen Firma $(m+2(n-1))/(3m(n-1))$. Solange $m > (2n(n-1))/(2n-3) = \bar{m}$ ist, haben wir $2(m-n+1)/(3m) > (m+2(n-1))/(3m(n-1))$. Unter der Bedingung $m > n+1$ ist $m > \bar{m}$ gewährleistet (siehe Beweis für Proposition 4). Q.E.D.

Beweis für Proposition 5 : Wenn $m \geq (2n(n-1)(3\sqrt{2}(n-1)+n))/(17n^2-36n+18)$ ist, ist Ausdruck (2.6) größer als Ausdruck (2.19). Solange $n \geq 3$ ist, erhalten wir $(2n(n-1)(3\sqrt{2}(n-1)+n))/(17n^2-36n+18) < n$. Deswegen ist die Ungleichung $m \geq (2n(n-1)(3\sqrt{2}(n-1)+n))/(17n^2-36n+18)$ unter der Annahme $m > n$ garantiert. Kombiniert mit Lemma 7, ist diese Proposition bewiesen. Q.E.D.

Beweis für Proposition 6 : Betrachtet wird der Profit von Firma i, wenn alle andere Firmen bei dem konventionellen Geschäft bleiben. Wenn Firma i ein konventionelles Geschäft öffnet, ist ihr Profit gleich π_T (siehe Ausdruck (2.6)). Dagegen ist der Profit von Firma i entweder gleich $\hat{\pi}_T$ für den Fall $n_W = n-1$ (siehe Ausdruck (2.20)) oder gleich π_I für den Fall $n_W = 1$ (siehe Ausdruck (2.18)), wenn sie sich für das Internetgeschäft entscheidet. Wenn $g \leq \hat{g}$ ist, haben wir $\hat{\pi}_I \geq \pi_I$. Wenn $g \leq \bar{g}$ ist, ist $\hat{\pi}_I \geq \pi_T$. Wenn $g \leq \tilde{g}$ ist, haben wir $\pi_I \geq \pi_T$. Wir erhalten $\hat{g} \leq \bar{g} \leq \tilde{g}$, solange $f \geq \hat{f}$ ist. In dem Fall öffnet Firma i das Internetgeschäft mit $n_W = n-1$ Lager unter der Voraussetzung $g \leq \hat{g}$. Unter der Bedingung $\hat{g} < g \leq \tilde{g}$ ist es für Firma i optimal, mit $n_W = 1$ das Internetgeschäft zu öffnen. Wenn $f < \hat{f}$ ist, erhalten wir $\tilde{g} < \bar{g} < \hat{g}$. Wenn $g \leq \bar{g}$ ist, verkauft Firma i ihr Produkt durch das Internet und richtet $n_W = n-1$ Lager auf dem Kreis ein. Solange $\pi_K \geq 0$ (siehe Ausdruck (2.17)) oder $\hat{\pi}_K \geq 0$ (siehe Ausdruck (2.19)) ist, lohnt es sich für andere Firmen nicht, ins Internetgeschäft einzusteigen. Daher sind Teil (a) und Teil (b) von der Proposition bewiesen. Sonst haben wir $\pi_T > \pi_I$ und $\pi_T > \hat{\pi}_I$. Firma i öffnet nur ein Geschäft durch den konventionellen Kanal und keine Firma will das Internetgeschäft betreiben. Somit ist Teil (c) bewiesen.Q.E.D.

Beweis für Proposition 7 : Abbildung 6 zeigt auf, dass das *T-Gleichgewicht* nur in Bereich C vorkommt. Bereich C existiert wiederum nur unter der Bedingung $\tilde{f}(n_T^*) < \hat{f}(n_T^*)$. Der Punkt, wo sich die Linie $\hat{g}(n_T^*)$ und die Linie $f = g$ kreuzen, definieren wir als $\tilde{f}(n_T^*)$. Die Definition von $\hat{m}$ ist in (2.24) gegeben. Wenn $m \geq \hat{m}(n_T^*)$ ist, ist die Ungleichung $\tilde{f}(n_T^*) \geq \hat{f}(n_T^*)$ garantiert. Daher ist Teil (a) bewiesen. Wenn $m < \hat{m}(n_T^*)$ ist und $\max\{\bar{g}(n_T^*), \tilde{g}(n_T^*)\} \leq g < f$ ist, ist die Bedingung $\pi_T(n_T^*) \geq \max\{\pi_I(n_T^*), \hat{\pi}_I(n_T^*)\}$ von Definition 1 aufgrund Proposition 6 erfüllt. Teil (b) ist somit bewiesen. Q.E.D.

Beweis für Proposition 8 : Angenommen wird $\hat{n}_I^* \leq n_I^*$. Aufgrund $\partial\pi_K(n)/\partial n = -t(m+2)^2/(9m(n-1)^3 < 0$ nimmt Ausdruck (2.17) in n ab. Daher haben wir $\pi_K^*(n_I^*) < \pi_K^*(\hat{n}_I^*)$. Zusammen mit Lemma 7 erhalten wir $\pi_K^*(\hat{n}_I^*) < \hat{\pi}_K^*(\hat{n}_I^*)$. Für den Fall $n_w = 1$ ist $\hat{\pi}_K^*(\hat{n}_I^*) = f$ mit freiem Marktzutritt beim *I-Gleichgewicht.* Allerdings erhalten wir $\pi_K^*(n_I^*) < f$ aufgrund $\pi_K^*(\hat{n}_I^*) < f$. Deswegen kann n_I^* nicht die Anzahl der Firmen im Gleichgewicht mit dem freien Marktzutritt sein. Daher bekommen wir $\hat{n}_I^* > n_I^*$. Analog prüfen wir $n_T^* > \hat{n}_I^*$ mit gleicher Methode. Wir nehmen an, dass $n_T^* \leq \hat{n}_I^*$ ist. Aufgrund $\partial\hat{\pi}_K(n)/\partial n = -t(m+2(n-1))/(9(n-1)^3 < 0$ ist Ausdruck (2.19) in n abnehmend. So erhalten wir $\hat{\pi}_K^*(\hat{n}_I^*) < \hat{\pi}_K^*(n_T^*)$. Verbindet man dies mit Proposition 5, ist $\hat{\pi}_K^*(n_T^*) < \pi_T^*(n_T^*)$ garantiert. In der Situation des freien Marktzutritts ist $\pi_T^*(n_T^*) = f$ beim *T-Gleichgewicht* . Da $\hat{\pi}_K^*(n_T^*) < f$ ist, haben wir $\hat{\pi}_K^*(\hat{n}_I^*) < f$. Deswegen kann $\hat{n}_I^*$ nicht die Anzahl der Firmen im Gleichgewicht mit dem freien Marktzutritt sein. So haben wir $n_T^* > \hat{n}_I^*$. Q.E.D.